

УДК 628.35

Л.І.РУЖИНСЬКА, канд. техн. наук, І.Г.БАРАНОВА
Національний технічний університет України «КПІ», м.Київ

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ ОЧИЩЕННЯ СТИЧНИХ ВОД В АНАЕРОБНИХ БІОРЕАКТОРАХ

Описано основні напрями досліджень процесів, що відбуваються в анаеробному біореакторі при очищенні стічних вод, та запропоновано схему дослідної установки з анаеробним біофільтром.

Описаны основные направления исследований процессов, протекающих при очистке сточных вод в анаэробном биореакторе, и предложена схема опытной установки с анаэробным биофильтром.

This article is about main directions of investigations of anaerobic processes in the wastewater treating digester. In addition, anaerobic filter pilot plant offered.

Ключові слова: очищення стічних вод, біореактор, метанове зброджування, анаеробний біофільтр, носії, іммобілізована мікрофлора, дослідна установка, схема установи.

Очищення стічних вод було і залишається однією з головних проблем мегаполісу як з екологічної, так і з економічної точок зору. Найбільш поширене й ефективне анаеробне очищення пов'язано із значними витратами. В той же час, анаеробне очищення стічних вод дозволяє вести процес, використовуючи як енергоносії один із її продуктів – біогаз. Проте, не дивлячись на ряд додаткових переваг анаеробної технології – відсутність запаху, можливість використання стабілізованого мулу в якості добрива, вона характеризується низькою продуктивністю. Ця проблема була вирішена введенням анаеробних біореакторів з іммобілізованою мікрофлорою. Розробки в цій області активно ведуться у багатьох країнах світу, проте їх результати важко систематизувати. Процес анаеробної очистки в значній мірі залежить від характеристик стоку та конструкції біореактора, тому для підтвердження теоретичних досліджень процесу виникає необхідність їх експериментальної перевірки.

Аналіз опублікованих робіт, що стосуються дослідження процесу анаеробної очистки стічних вод на інертних носіях, дозволяє виділити основні напрями розробок:

- використання субстратів та певних видів мікроорганізмів;
- ведення процесу в одному, або декількох анаеробних біореакторах;
- застосування різноманітних носіїв;
- дослідження впливу температурного режиму.

Одним з важливих напрямів у технології очистки є модифікація самого субстрату шляхом додавання до стоку хімічних сполук для підвищення якості очищення [1-3].

Ведення процесу в декількох біореакторах можливе паралельним або послідовним їх встановленням, автори [4] відзначають значно кращі результати при застосуванні послідовно встановлених біореакторів. Важливим прийомом для покращення якості очистки є часткова або повна рециркуляція очищеної води, це дозволяє збільшити концентрацію біомаси у реакторі, а відтак, і швидкість очищення [5-7].

Якщо фактори, зазначені вище, справляють вплив, здебільшого, на якість очищення, то вибір виду завантаження зумовлює, насамперед, продуктивність установки. Відомі три основні конструкції анаеробних біореакторів з інертними носіями: із псевдозрідженою, нерухомою та рухомою насадкою. Найменший інтерес виявлено до рухомих носіїв, це пояснюється складністю конструкції, важкістю її реалізації в безповітряних умовах. Конструкцію обертового анаеробного біофільтра представлено у [8]. Найбільш поширеними є реактори з насадкою у вигляді насипного пористого матеріалу, переваги якої доведено багатьма дослідженнями [9-11]. В [4] опубліковано результати дослідження насипних носіїв з різних матеріалів, автори дійшли висновку, що найбільш сприятливі умови для ацетогенних та метаногенних мікроорганізмів забезпечуються носіями різного походження. Подібний підхід застосовано на практиці авторами [12], де наведено результати одночасного завантаження в біореактор носіїв різної питомої ваги, з метою підвищення швидкості переробки.

Насипні реактори мають ряд безперечних переваг, проте, їм властиве замулювання гранул, частковий винос завантаження з потоком рідини, тому доцільним є обмеження насадки у певному об'ємі, наприклад сіткою, як пропонує автор [13]. Іншим способом вирішення цієї проблеми є використання нерухомих носіїв у вигляді решіток, йоржів і т.п.

Температурний режим є визначальним для процесу анаеробного очищення. Найбільш дослідженим є термофільний режим зброджування, який вважається більш ефективним, і мезофільний, який виявляє більшу стійкість до перепадів температурного режиму та є більш економічним в умовах помірного клімату [5, 14]. Найменше уваги приділено психрофільному режиму зброджування, що можна пояснити його малою продуктивністю.

Основними завданнями описаного нижче експериментального дослідження є:

- підтвердження працездатності, інтенсивності та ефективності за-

- запропонованої конструкції анаеробного біореактора;
- обґрунтування доцільності й ефективності застосування процесу деструкції органічних забруднень плівкою активного мулу, що іммобілізований на нерухомих носіях;
- дослідження основних закономірностей роботи біореактора;
- обґрунтування застосування полімерних носіїв;
- отримання експериментальних даних для їх співставлення з числовими даними математичного моделювання процесу;
- відпрацювання оптимальних параметрів роботи біореактора при різних режимах роботи установки.

Для вирішення поставлених завдань на кафедрі біотехніки та інженерії було змонтовано дослідну установку (рисунок).

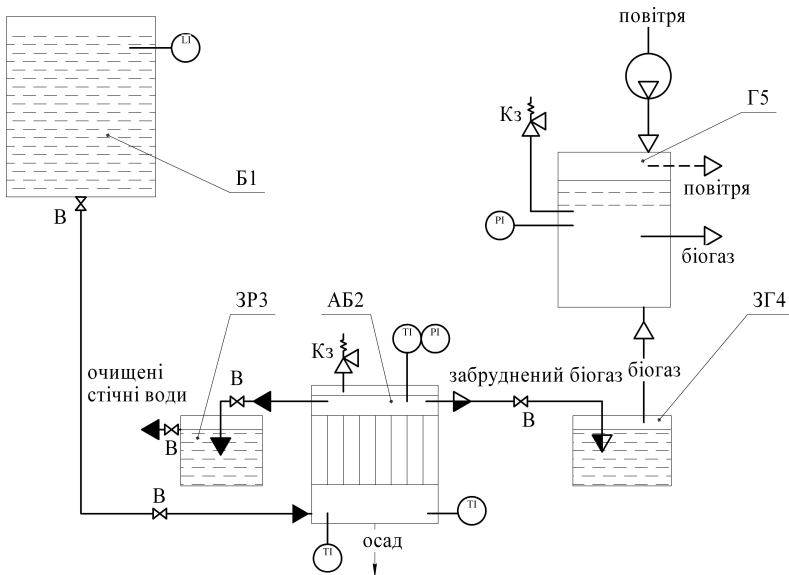


Схема дослідної установки:

Б1 – бак напірний; АБ2 – анаеробний біореактор; ЗРЗ – збірник освітленої рідини; ЗГ4 – збірник біогазу; Г5 – газгольдер; В – вентиль запірний; КЗ – клапан запобіжний.

При дослідженні процесу доцільним буде використання модельних рідин, за складом близьких до стічних вод, та активного мулу міських водоочисних споруд. Субстрат подається в біореактор АБ2 із напірного баку Б1, рівень рідини в баці контролюється покажчиком рівня. Рідина з баку до біореактора переливається самотоком. На ділянці трубопроводу між баком і біореактором встановлено витратомір.

Анаеробний біореактор АБ2 – це резервуар прямокутної форми. Субстрат подається в нижню частину біореактора. Для підтримання належного температурного режиму, передбачено теплоізолювання та попереднє нагрівання субстрату, здійснюється контроль температури рідини на вході й виході з апарату. В корпусі біореактора розміщено носії, що служать для іммобілізації метаногенних мікроорганізмів. Носій виконаний у вигляді листів із відходів пластичних мас. Листи закріплені на металевій або пластмасовій рамі. З метою дослідження та порівняння характеристик носіїв різного типу передбачено можливість заміни рами з носіями.

Відстань між листами полімеру обрано таким чином, щоб потік субстрату не порушував пограничних ламінарних шарів навколо суміжних листів, не утворюючи при цьому середню зону середовища, яке протікає каналом без контакту з мікроорганізмами. З іншого боку, питома площа поверхні контакту субстрату з мікроорганізмами не повинна бути меншою за 100 м^2 на 1 м^3 субстрату. В процесі роботи контролюється температура, регулюється витрата рідини. Вода на виході з біореактора направляється до збірника рідини, звідки відбирається для подальшого аналізу. Біореактор обладнано запобіжним клапаном, тиск над поверхнею рідини періодично контролюється манометром.

Очищена вода видаляється через бічну стінку корпусу і поступає до збірника рідини ЗРЗ. З метою підтримання анаеробних умов в анаеробному біореакторі збірник рідини виконано з гідрозатвором.

Біогаз з парами рідини надходить до збірника для очищення біогазу ЗГ4, де підтримується визначений рівень рідини для запобігання проникнення повітря в анаеробний біореактор. Крім того, рідина виконує очисну функцію – проходячи крізь шар рідини, біогаз очищується від парів рідини та інших домішок, крім того, завдяки добрій розчинності вуглекислого газу у воді відбувається відділення метану з біогазу.

Очищений біогаз потрапляє у газгольдер – резервуар для накопичення біогазу. Газгольдер розділено на дві частини еластичною перегородкою, в нижню частину подається біогаз, верхня частина має відкритий отвір і контактує з навколишнім повітрям. При збільшенні об'єму біогазу еластична перегородка вигинається, витискаючи повітря. Поступово весь об'єм газгольдера заповнюється біогазом. Газгольдер оснащено запобіжним клапаном. Тиск контролюється манометром.

Запропонована установка дозволяє дослідити процеси іммобілізації та метаногенезу залежно від гідродинамічного і теплового режимів, що дозволило б використовувати найменшу кількість енергії для обігріву системи, досягаючи при цьому достатнього ступеня очищення

вод. Можна також переорієнтувати процес таким чином, щоб отримувати максимальну кількість біогазу. Установка є досить простою у вивченні, передбачає встановлення контролюючої та запобіжної апаратури. Слід зазначити, що анаеробні біореактори з іммобілізованими носіями після виходу на стаціонарний режим відрізняються ефективністю, стійкістю до коливання оточуючих умов.

1. Kuang Y. Enhancing Anaerobic Degradation of Lipids in Wastewater by Addition of Co-substrate: Thesis submitted for the degree of Doctor of Philosophy/ Yunhua Kuang. – Murdoch University, School of Environmental Science. – 2002. – 12 p.

2. Стабніков В.П. Розробка способу анаеробного очищення стічних вод з використанням залізодновлювальних бактерій: Автореф. дис. ... канд. техн. наук: 03.00.20 «Біотехнологія». – К.: Нац. ун-т харч. технологій, 2006. – 21 с.

3. Пат. 2039713 Российская Федерация МПК 6 С 02 F 3/28. Способ анаэробной обработки кислотных или нейтральных сточных вод. С. Р.Эли (US), Д.П.Олсен (US); Амоко Корпорейшн. – № 4613774/26; Заявл. 06.03.89. Опубл. 20.07.95, Бюл. № 20.

4. Янош-Райчик М., Юркевич С., Висньовска Э., Гумницкий Я. Исследование анаэробной очистки сточных вод от фенола в параллельной и последовательной системах соединения биореакторов // Экологическая химия. – 2002. – №11 (3). – С.210-215.

5. Дичко А.О. Біотехнологія локального очищення жиромісних стічних вод: Автореф. дис. ... канд. техн. наук: 03.00.20 «Біотехнологія». – К.: Укр. держ. ун-т харч. технологій, 2002. – 20 с.

6. Лукашевич С.А. Розробка біотехнології очистки стічних вод і виробництва біогазу на відходах молочних заводів: Автореф. дис. ... канд. техн. наук: 03.00.20 «Біотехнологія». – К.: Нац. ун-т харч. технологій, 2003. – 20 с.

7. Rajinikanth R. Experimental and modeling investigations of a hybrid upflow anaerobic sludge-filter bed (UASFB) reactor / Rajinikanth R, Ramirez I, Steyer JP, Mehrotra I, Kumar P, Escudie R, Torrijos M. // Water Sci Technol. – 2008. – №58 (1). – P.109-117.

8. Бадмаев Ю. Ц. Интенсивная технология анаэробной переработки навозных стоков свиноводства в условиях Республики Бурятия: Автореф. дисс. ... канд. техн. наук: 05.20.01 «Технология и средства механизации сельского хозяйства». – Улан-Удэ, 2006. – 22 с.

9. García H. Flocculants effect in biomass retention in a UASB reactor treating dairy manure / García H, Rico C, García PA, Rico JL. // Bioresour Technol. – 2008. – Sep-99(14). – P.6028-6036

10. Bal A. S. Upflow anaerobic sludge blanket reactor--a review / Bal A.S., Dhagat N.N. // Indian J Environ Health. – 2001. – №43 (2). – P.1-82

11. Колесников В.П. Современное развитие технологических процессов очистки сточных вод в комбинированных сооружениях / Колесников В.П., Вильсон Е.В.; Под ред. ак. ЖКХ РФ В.К.Гордеева-Гаврикова. – Ростов-на-Дону: Юг, 2005. – 212 с.

12. Пат. 1747396 СССР, МПК 6 С 02 F 3/28. Способ очистки сточных вод / С.И.Писарев, В.И.Карпенко, А.Е.Евсеев, В.Н.Иванов, Д.В.Чернышенко (СССР); заявитель и патентообладатель Институт микробиологии и вирусологии им. Д.К.Заболотного. – № 4823466/26; Заявл. 07.05.90; Опубл. 15.07.92. Бюл. № 26.

13. Пат. 2049737 Российская Федерация, МПК 6 С 02 F 3/28. Биореактор для очистки сточных вод / Терентьева Н.А., Казарян В.А. – № 93045212/26; Заявл. 23.09.93; Опубл. 10.12.95, Бюл. № 34.

14. Roš M., Zupančič G.D. Thermophilic anaerobic digestion of waste activated sludge // Acta Chim. Slov. – 2003. – P.359-374.

Отримано 09.04.2009

УДК 504.064.3

Ю.Ю. ВИСТАВНА

Харківська національна академія міського господарства

АНАЛІЗ ТА ТЕОРЕТИЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЦЕСІВ ЗАБРУДНЕННЯ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД МІКРОЗАБРУДНЮВАЧАМИ

Дослідження мікрозабруднювачів (металів) у воді р.Уди (Харківська обл.) проводилось з використанням стандартних і пасивних методів відбору проб. Результати дослідження свідчать, що для визначення мікро-забруднювачів найбільш ефективними є пасивні методи відбору проб.

Проводились исследования микрозагрязнителей (металлов) в р.Уды (Харьковская обл.) с использованием стандартных и пассивных методов отбора проб воды. Результаты исследования показали, что пассивные методы отбора проб являются более эффективными для определения загрязнения водного объекта металлами.

The research on the occurrence of trace metals in the River Udy (Kharkiv region) has been conducted with using of active and passive methods of water sampling in the flow. The results show the higher efficiency of passive methods, compare to the standard active method of water sampling widely apply in water monitoring.

Ключові слова: мікрозабруднювачі, пасивні методи, відбір проб, вода, ефективність.

Мікрозабруднювачі – це штучні речовини або неорганічні хімічні речовини, які попадають у довкілля з відходами життєдіяльності людини і навіть у дуже малих концентраціях є токсичними для людини та інших живих істот [1]. Підвищення рівня життя, економічні перетворення, разом з якими зростають обсяги використання хімічних матеріалів у домогосподарствах, офісах, промислових підприємствах, сільському господарстві, сприяють використанню тисячі видів хімічних речовин, що мають потенціал потрапляти у водні ресурси та питну воду. Ці компоненти не здатні деградувати або слабо деградують в умовах природного середовища і можуть мігрувати у різні компоненти довкілля, потрапляти в їжу, а з нею в живі організми [2-5].

Проблеми забруднення водних об'єктів мікрозабруднювачами широко висвітлено в наукових працях закордонних [1, 8, 9] та вітчизняних вчених [10-12].

У поверхневих водах виявлено різні види мікрозабруднювачів [6-8] (табл.1).

Але більшість видів мікрозабруднювачів внаслідок недосконалості технічного устаткування і аналітичних методів, відсутності нормативів не регулюється або лише частково регулюється природоохоронними законодавствами країн та діючою системою моніторингу.

Державною системою моніторингу України серед мікро-